



(19)

(11) Publication number: **10242617 A**

Generated Document.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN(21) Application number: **09045838**(51) Intl. Cl.: **H05K 3/00 B23K 26/00**(22) Application date: **28.02.97**

(30) Priority:

(43) Date of application
publication: **11.09.98**(84) Designated contracting
states:(71) Applicant: **MURATA MFG CO LTD**(72) Inventor: **YAMAMOTO TAKAHIRO**
MORIMOTO MASASHI

(74) Representative:

**(54) METHOD AND
APPARATUS FOR
PROCESSING CERAMIC
GREEN SHEET**

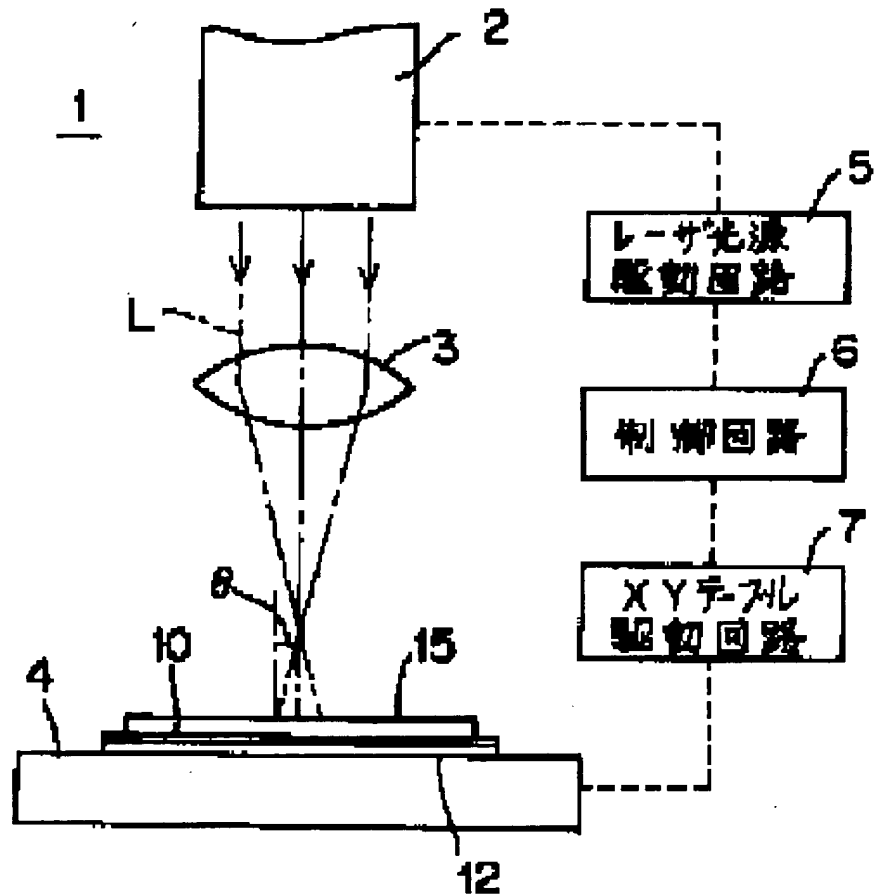
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To simultaneously, accurately form a plurality of holes for viaholes of a desired shape on a ceramic green sheet by a laser beam.

SOLUTION: A laser beam hole forming apparatus 1 has a laser beam source 2, a condenser lens 3, an X-Y table 4, a laser beam source driving circuit 5, a control circuit 6 and an X-Y table driving circuit 7. A ceramic green sheet 10 of a material to be processed is placed on an upper surface of the table 4. A mask 15 is placed on an upper surface of the sheet 10. A plurality of light transmission units for viaholes of the same shape as holes for desired viaholes are provided at the mask 15. A laser beam L emitted from the source 2 is passed through the

plurality of the units of the mask 15
to emit the sheet 10.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



【特許請求の範囲】

【請求項1】 テーブルに支持されたセラミックグリーンシート上に所定のビアホール用透光部を設けたマスクを載置し、レーザ光源から放射されたレーザビームを前記マスクに照射して前記ビアホール用透光部を通過したレーザビームで前記セラミックグリーンシートにビアホール用穴を形成することを特徴とするセラミックグリーンシートの加工方法。

【請求項2】 前記テーブルによって前記セラミックグリーンシートを移動させながら前記レーザビーム照射をすることを特徴とする請求項1記載のセラミックグリーンシートの加工方法。

【請求項3】 前記セラミックグリーンシートを所定方向に連続的に移動させ、移動中のこのセラミックグリーンシートにレーザビームを照射することを特徴とする請求項1記載のセラミックグリーンシートの加工方法。

【請求項4】 前記レーザ光源から放射されるレーザビームがパルス状のビームであることを特徴とする請求項1、請求項2又は請求項3記載のセラミックグリーンシートの加工方法。

【請求項5】 テーブルに支持されたセラミックグリーンシート上に所定のビアホール用透光部を設けたマスクを載置し、レーザ光源から放射されたパルス状のレーザビームをガルバノミラーで反射させて前記マスクに照射して前記ビアホール用透光部を通過したレーザビームで前記セラミックグリーンシートにビアホール用穴を形成し、前記ガルバノミラーの反射角度を所定方向に変化させながら前記レーザビーム照射を繰り返すことを特徴とするセラミックグリーンシートの加工方法。

【請求項6】 前記テーブルによって前記セラミックグリーンシートを所定の方向に移動させながら前記パルス状のレーザビーム照射を繰り返すことを特徴とする請求項5記載のセラミックグリーンシートの加工方法。

【請求項7】 前記マスクに位置合わせ穴用透光部を更に設け、前記レーザ光源から放射されたレーザビームを前記マスクに照射して前記セラミックグリーンシートにビアホール用穴を形成すると共に、前記位置合わせ穴用透光部を透過したレーザビームで位置合わせ穴を形成することを特徴とする請求項1、請求項2、請求項3、請求項4、請求項5又は請求項6記載のセラミックグリーンシートの加工方法。

【請求項8】 前記マスクが、前記レーザビームの反射率が高い材料からなることを特徴とする請求項1、請求項2、請求項3、請求項4、請求項5、請求項6又は請求項7記載のセラミックグリーンシートの加工方法。

【請求項9】 前記レーザ光源がCO₂レーザであることを特徴とする請求項1、請求項2、請求項3、請求項4、請求項5、請求項6、請求項7又は請求項8記載のセラミックグリーンシートの加工方法。

【請求項10】 前記セラミックグリーンシートが、樹

脂製キャリアフィルムで一面を支持されたキャリアフィルム付きセラミックグリーンシートであることを特徴とする請求項1、請求項2、請求項3、請求項4、請求項5、請求項6、請求項7、請求項8又は請求項9記載のセラミックグリーンシートの加工方法。

【請求項11】 レーザ光源と、前記レーザ光源を駆動するレーザ光源駆動回路と、マスクを上配置した被加工物を載置するテーブルと、前記テーブルを所定方向に移動させるテーブル駆動回路と、前記レーザ光源駆動回路及び前記テーブル駆動回路に制御信号を送る制御回路と、前記レーザ光源と前記マスクの間に配置され、前記レーザ光源から放射されたレーザビームを集光する集光レンズと、を備えたことを特徴とするレーザ加工装置。

【請求項12】 レーザ光源と、前記レーザ光源を駆動するレーザ光源駆動回路と、マスクを上配置した被加工物を載置するテーブルと、前記テーブルに臨んで配置されたガルバノミラーと、前記ガルバノミラーの反射角度を所定方向に変化させるガルバノミラー駆動回路と、前記レーザ光源駆動回路及び前記ガルバノミラー駆動回路に制御信号を送る制御回路と、前記レーザ光源と前記ガルバノミラーの間に配置され、前記レーザ光源から放射されたレーザビームを集光する集光レンズと、を備えたことを特徴とするレーザ加工装置。

【請求項13】 前記テーブルを所定方向に移動させるテーブル駆動回路を設けたことを特徴とする請求項12記載のレーザ加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、セラミックグリーンシートの加工方法及びレーザ加工装置に関する。

【0002】

【従来の技術】積層型電子部品は、層間の電気的接続が必要な場合、セラミックグリーンシートにビアホール(via hole)を設けて接続を行なっている。このビアホール用の穴を形成する加工法として、従来より金型とピンを用いた打ち抜き加工がある。しかし、打ち抜き加工は、金型とピンの寸法精度が穴の精度を左右し、穴径が100μm以下の場合には精度が著しく悪くなるという問題があった。また、金型やピンは比較的寿命が短く、高価な金型やピンを定期的に交換する必要がある、さらに、異なる品種の電子部品毎に金型を交換しなければならず、その交換作業が煩雑であった。

【0003】このため、穴径が80μm程度のビアホール用穴の精密加工をすることができるレーザビームによる穴形成法が提案されている。この方法には、ガルバノ

ミラーを利用してレーザー光源から放射されたレーザービームの照射方向を変え、テーブル上に載置されたセラミックグリーンシートに対するレーザービーム照射位置を適宜変化させて広範囲に穴形成をする方法や、レーザービームの照射方向は変えないで、セラミックグリーンシートを載置しているテーブルを移動させて広範囲に穴形成をする方法等がある。レーザービームの径は、所望のピアホールの穴径と同径（80 μm程度）になるように設定され、このレーザービームをセラミックグリーンシートにマスクを介することなく直接照射することで所望の穴径のピアホール用穴を形成する。しかし、この場合、レーザービームが直接セラミックグリーンシートに照射されるため、レーザービームが斜めに照射されると穴形状が歪むという問題がある。また、1ショットの照射で一つのピアホール用穴しか形成されないため、生産性が悪いという問題がある。

【0004】そこで、この対策として、図8に示す方法が提案されている。このレーザービーム穴形成方法は、例えば円形のピアホール用透光部82aを所定数有するマスク82をテーブル87上に載置したセラミックグリーンシート84からかなり離れた状態でセットし、レーザー光源81からマスク82に向けて所定数のピアホール用透光部82aよりも大径のレーザービームLを照射し、所定数のピアホール用透光部82aを通過したレーザービームLを集光レンズ83を介してセラミックグリーンシート84に所定形状で照射させ、セラミックグリーンシート84の照射領域Lc内に円形のピアホール用穴を複数個同時形成する方法である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のレーザービームによる穴形成は、マスク82をセラミックグリーンシート84からかなり離れた状態で行うものであったため、セラミックグリーンシートに円形ピアホール用穴を複数個同時形成しようとする場合、図9に示すように、例えばマスク82中央部に設けられた円形ピアホール用透光部82aを通過したレーザービームLは所望の形状との誤差の小さい真円度の良いピアホール用穴85を形成することができるが、マスク82周辺部に設けられた円形ピアホール用透光部82aを通過したレーザービームLは所望の形状との誤差の大きい真円度の悪い（略楕円）ピアホール用穴86しか形成することができない。従って、真円度が良いピアホール用穴を形成するには、1ショットのレーザービームでピアホール用穴を一個しか形成することができず、加工費用が高くなるという問題、又は、ピアホール用穴を複数個形成するための高価な特殊集光レンズを用いなければならず、加工設備が高くなるという問題があった。

【0006】そこで、本発明の目的は、セラミックグリーンシートに所望形状のピアホール用穴を精度良く複数個同時に形成することができるセラミックグリーンシ

ートの加工方法及びレーザー加工装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段と作用】以上の目的を達成するため、本発明に係るセラミックグリーンシートの加工方法は、テーブルに支持されたセラミックグリーンシート上に所定のピアホール用透光部を設けたマスクを載置し、レーザー光源から放射されたレーザービームを前記マスクに照射して前記ピアホール用透光部を通過したレーザービームで前記セラミックグリーンシートにピアホール用穴を形成することを特徴とする。

【0008】ここに、レーザー光源からのレーザービームは、連続状ビーム又はパルス状ビームのいずれであってもよいが、パルス状ビームにすることにより、穴明け加工の際に被加工物であるセラミックグリーンシートの温度上昇が抑えられる。また、マスクの材料には、例えばレーザービームの反射率が高い材料が使用され、レーザー光源としてはCO₂レーザーが使用され、セラミックグリーンシートとしては樹脂製キャリアフィルムで一面を支持されたキャリアフィルム付きセラミックグリーンシートが使用される。これにより、マスクに照射されたレーザービームのうち不必要な部分は完全にマスクによって遮断されると共に、ピアホール用及び位置合わせ穴用透光部を通過したレーザービームのエネルギーが効率良くセラミックグリーンシートに吸収され、より高精度に所望の形状のピアホール用穴及び位置合わせ穴が形成される。

【0009】以上の方法により、マスクとセラミックグリーンシートが接しているため、マスクに設けられたピアホール用透光部の形状と略等しい形状のピアホール用穴がセラミックグリーンシートに形成され、マスク周辺部に設けられたピアホール用透光部を通過したレーザービームであっても、所望の形状のピアホール用穴が精度良く形成される。

【0010】また、本発明に係るセラミックグリーンシートの加工方法は、テーブルによってセラミックグリーンシートを移動させながらレーザービーム照射をすることを特徴とする。あるいは、セラミックグリーンシートを所定方向に連続的に移動させ、移動中のこのセラミックグリーンシートにレーザービームを照射することを特徴とする。以上の方法により、セラミックグリーンシートにピアホール用穴が連続して形成され、より生産性が向上する。

【0011】また、本発明に係るセラミックグリーンシートの加工方法は、テーブルに支持されたセラミックグリーンシート上に所定のピアホール用透光部を設けたマスクを載置し、レーザー光源から放射されたパルス状のレーザービームをガルバノミラーで反射させて前記マスクに、照射して前記ピアホール用透光部を通過したレーザービームで前記セラミックグリーンシートにピアホール用穴を形成し、前記ガルバノミラーの反射角度を所定方向に変

10

20

30

40

50

化させながら前記レーザービーム照射を繰り返すことを特徴とする。

【0012】以上の方法により、ガルバノミラーの反射角度を所定方向に変化させながらレーザービーム照射を繰り返すことにより、広面積のレーザービーム照射可能エリアが確保され、セラミックグリーンシートの移動が必要最小限に抑えられる。このとき、前記テーブルによって前記セラミックグリーンシートを所定の方向に移動させながら前記パルス状のレーザービーム照射を繰り返すことにより、さらに、加工時間が短縮化される。

【0013】さらに、本発明に係るセラミックグリーンシートの加工方法は、マスクに、位置合わせ穴用透光部を更に設け、前記レーザー光源から放射されたレーザービームを前記マスクに照射して前記セラミックグリーンシートにビアホール用穴を形成すると共に、前記位置合わせ穴用透光部を透過したレーザービームで位置合わせ穴を形成することを特徴とする。これにより、ビアホール用穴と位置合わせ穴が同一工程で形成されるため、位置合わせ穴とビアホール用穴間の相対的位置精度が高くなり、後工程の導体パターン形成や積層の精度が向上する。

【0014】また、本発明に係るレーザー加工装置は、レーザー光源と、前記レーザー光源を駆動するレーザー光源駆動回路と、マスクを上配置した被加工物を載置するテーブルと、前記テーブルを所定方向に移動させるテーブル駆動回路と、前記レーザー光源駆動回路及び前記テーブル駆動回路に制御信号を送る制御回路と、前記レーザー光源と前記マスクの間に配置され、前記レーザー光源から放射されたレーザービームを集光する集光レンズとを備えたことを特徴とする。

【0015】また、本発明に係るレーザー加工装置は、レーザー光源と、前記レーザー光源を駆動するレーザー光源駆動回路と、マスクを上配置した被加工物を載置するテーブルと、前記テーブルに臨んで配置されたガルバノミラーと、前記ガルバノミラーの反射角度を所定方向に変化させるガルバノミラー駆動回路と、前記レーザー光源駆動回路及び前記ガルバノミラー駆動回路に制御信号を送る制御回路と、前記レーザー光源と前記ガルバノミラーの間に配置され、前記レーザー光源から放射されたレーザービームを集光する集光レンズとを備えたことを特徴とする。このとき、前記テーブルを所定方向に移動させるテーブル駆動回路を設ける。

【0016】以上の構成からなるレーザー加工装置により、セラミックグリーンシートに所定形状のビアホール用穴が精度良く複数個同時に形成される。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係るセラミックグリーンシートの加工方法及びレーザー加工装置の実施形態について添付図面を参照して説明する。各実施形態において同一部品及び同一部分には同じ符号を付した。

【0018】【第1実施形態、図1～図3】図1に示す

ように、レーザービーム穴形成装置1は、概略、レーザー光源2、集光レンズ3、XYテーブル4、レーザー光源駆動回路5、制御回路6及びXYテーブル駆動回路7で構成されている。

【0019】レーザー光源2は、パルス発振のCO₂レーザー等が用いられ、レーザー光源駆動回路5からの駆動信号によってビームスポットが円形のレーザービームLを放射する。レーザー光源2から放射されるレーザービームLは、照射エリア内でエネルギー密度が略一定になるように設定されている。レーザービームLのパルス幅はμ秒又はm秒のオーダー、出力は10²～10⁷Wのオーダーで、加工を行なうセラミックグリーンシートの厚み及び材質等によって任意に設定される。例えば、100μ秒で0.4kW、あるいは40μ秒で5kWに設定される。パルス状のレーザービームを使用することによって、被加工物であるセラミックグリーンシート10の穴明け加工時の温度上昇を抑えることができる。

【0020】XYテーブル4の上面に、被加工物であるセラミックグリーンシート10が載置される。このセラミックグリーンシート10は、セラミック粉末を結合剤等と共に混練してスラリー状にしたものである。結合剤の材料としては、使用するレーザー光源2の波長帯のレーザービームLの吸収率が高い材料が用いられている。これは、セラミックグリーンシート10に効率良くレーザービームのエネルギーを吸収させるためである。このようなセラミックグリーンシート10は、ドクターブレード法等により樹脂製キャリアフィルム12の上面に所定の厚みで塗布して形成される。なお、セラミックグリーンシート10は、ビアホール用穴が形成された後、導体パターン形成工程でその上面に導電ペーストが所定のパターンで印刷される。このとき、ビアホール用穴内にも導電ペーストが充填され、内導体が形成される。キャリアフィルム12は、その後のセラミックグリーンシート10の積層工程で剥離される。

【0021】セラミックグリーンシート10の上面には、マスク15が載置される。このマスク15は、図2に示すように、1ショット分のレーザービーム照射領域Sを縦横にマトリクス状に配置しており、各照射領域Sはセラミックグリーンシート10に形成しようとするビアホール用穴の径と等しい径の円形のビアホール用透光部15aを複数個（第1実施形態では5個）設けている。さらに、マスク15の隅部には、例えば十字形状をした位置合わせ穴用透光部15bが設けられている。この位置合わせ穴用透光部15bは、後工程のセラミックグリーンシート10上への導体パターン形成工程やセラミックグリーンシート10の積層工程での位置合わせに利用される位置合わせ穴をセラミックグリーンシート10に形成するためのものである。

【0022】透光部15a、15bは、レーザービームLを通過させることができる透明部材又は半透明部材、あ

るいは穴等にて形成されている。マスク15に透光部15a、15bを明ける場合には、エッチング、放電加工、微細ドリリングで行う。マスク15の精度はセラミックグリーンシート10の加工精度に影響するため、精度よくマスク15を加工することが好ましい。通常マスク15の加工精度は $\pm 20 \mu\text{m}$ 以内にする事ができる。マスク15の材質としては、使用するレーザ光源2の波長帯のレーザビームLの反射率が高く、レーザビームLによる損傷に対して強いものが選択される。例えば、レーザ光源2がCO₂レーザの場合は、マスク15の材料として、Cu、ベリリウム銅、真鍮、ステンレス鋼、モリブデン合金等が用いられる。場合によってはAg、Au、Al等を用いてもよい。ステンレス鋼はテーブルに固定し易くするために、着磁性のものが好ましい。

【0023】XYテーブル4は、XYテーブル駆動回路7からの駆動信号によってセラミックグリーンシート10をXY方向に移動させることができる。また、制御回路6は、加工制御用プログラムを内蔵したマイクロコンピュータにて構成されている。

【0024】このレーザビーム穴形成装置1において、レーザ光源2から放射されたレーザビームLは集光レンズ3によって集光され、照射領域Sと略等しい照射エリアを有したビームスポットLb（図2参照）でマスク15を照射することができる。マスク15に照射されたレーザビームLのうち不必要な部分は、完全にマスク15によって遮断される。一方、ビアホール用透光部15aや位置合わせ穴用透光部15bを通過したレーザビームLは、セラミックグリーンシート10に照射され、そのエネルギーが効率良くシート10に吸収される。この照射により、セラミックグリーンシート10の照射部分が溶融、気化して所望のビアホール用穴や位置合わせ穴が同一工程で形成される。このため、位置合わせ穴とビアホール用穴間の相対的位置精度が高くなり、後工程の導体パターン形成や積層の精度を向上させることができる。また、位置合わせ穴を別工程で形成する必要がなくなり、製造期間の短縮を図ることができる。

【0025】次に、このレーザビーム穴形成装置1を用いたセラミックグリーンシート10の加工方法について説明する。キャリアフィルム12付きセラミックグリーンシート10を、吸着ヘッド等を利用してセラミックグリーンシート10を上に向けてXYテーブル4に載置する。このとき、XYテーブル4のXY軸とセラミックグリーンシート10の2辺が略平行になるようにする。さらに、吸着ヘッド等を利用してXYテーブル4のXY軸とマスク15の2辺が略平行になるようにして、マスク15をセラミックグリーンシート10上に載置する。

【0026】次に、XYテーブル4を適宜移動させて作業開始位置を決定する初期設定を行なう。この初期設定はマスク15の辺又は角を検出し、マスク15の所定部

分がレーザビームLの光軸下に位置するようにXYテーブル4を移動させることによって行う。初期設定後、制御回路6からXYテーブル駆動回路7に制御信号を送り、XYテーブル駆動回路7からの駆動信号によってXYテーブル4を駆動させてマスク15を例えばX方向に所定の速度で移動させ、同方向の移動量が最初の穴形成位置に達したところで、制御回路6からレーザ駆動回路5に制御信号を送り、レーザ駆動回路5からの駆動信号によってレーザ光源2を駆動させて移動中のマスク15の照射領域Sの一つに向かってパルス状のレーザビームLを1ショットだけ照射する。このとき、マスク15に対するレーザビームLの入射角 θ （図1参照）が、最大 20° 程度までになるように設定することが望ましい。入射角 θ がこの範囲内であれば、形成されたビアホール用穴の形状や位置の精度が、レーザビームLをマスク15に垂直（入射角が 0° ）に照射した場合に形成されるビアホール用穴と比較して殆ど差異がないからである。

【0027】図3に示すように、照射領域Sのビアホール用透光部15aを通過したレーザビームLは、セラミックグリーンシート10にビアホール用穴10aを形成する。このとき、マスク15とセラミックグリーンシート10が接しているため、ビアホール用透光部15aの形状と等しい形状のビアホール用穴10aがセラミックグリーンシート10に形成される。すなわち、照射領域Sの中央部に設けられた1個のビアホール用透光部15aを通過したレーザビームLはビアホール用透光部15aの加工精度と略等しい真円度の良いビアホール用穴10aを形成することは勿論のこと、照射領域Sの周辺部に設けられた4個のビアホール用透光部15aを通過したレーザビームLであっても、ビアホール用透光部15aの加工精度と略等しい真円度の良いビアホール用穴10aを形成することができる。こうして、真円度の良いビアホール用穴10aを複数個同時形成することができる。また、キャリアフィルム12にもビアホール用穴10aに連通する貫通穴12aが形成される。以後、所定の移動量毎にレーザビームLを1ショット毎断続的に照射して、セラミックグリーンシート10に所定数のビアホール用穴10aを形成する。同様にして、位置合わせ穴用透光部15bを通過したレーザビームLによって加工精度の優れた位置合わせ穴がシート10に形成される。

【0028】レーザビームLのパルス幅は μ 秒又はm秒のオーダーであるため、1ショットのレーザビームによるビアホール用穴10aの形成は瞬時に完了するため、穴形成毎にXYテーブル4を必ずしも停止させる必要はなく、セラミックグリーンシート10を連続的に移動させながら、ビアホール用穴10aを順次形成することができる。セラミックグリーンシート10に所定数のビアホール用穴10aを形成した後は、XYテーブル4を停止して、マスク15を吸着ヘッド等を利用してセラミ

ックグリーンシート10上から外し、加工を終了する。
 【0029】以上の方法において、マスク15とセラミックグリーンシート10が接しているため、マスク15に設けられたビアホール用透光部15aや位置合わせ穴用透光部15bの形状と略等しい形状のビアホール用穴10aや位置合わせ穴がセラミックグリーンシートに形成され、マスク周辺部に設けられたビアホール用透光部15aを通過したレーザビームLであっても、真円度の良いビアホール用穴10aを形成することができる。 *

表1

	実施例	従来のレーザによる穴明け方法
加工精度 (μm)	± 20	± 40

【0032】表1より、第1実施形態の場合の加工精度は、マスク15の加工精度に等しい $\pm 20\mu\text{m}$ であることが認められ、この数値は従来の加工方法の場合よりも優れている。さらに、同時多穴加工において、高価な費用を要する光学系を必要とせず、また、マスク15の加工精度がセラミックグリーンシート10の穴明け加工精度となるためテーブルの位置決め精度は比較的低くてもよいので設備費用を抑えることができる。

【0033】〔第2実施形態、図4〕図4に示すように、レーザビーム穴形成装置31は、概略、レーザ光源32、集光レンズ33、反射ミラー34、ガルバノミラー35、固定テーブル36、シート搬送ローラ37a、37b、レーザ光源駆動回路40、制御回路41及びガルバノミラー駆動回路42で構成されている。レーザ光源32、集光レンズ33、レーザ光源駆動回路40は、前記第1実施形態と同様のものである。制御回路41は、加工制御用プログラムを内蔵したマイクロコンピュータにて構成されている。

【0034】ガルバノミラー35は図4中矢印A方向及び矢印B方向に対して垂直なB方向に揺動可能であり、ガルバノミラー駆動回路42からの駆動信号によってその反射角度を変化させ、セラミックグリーンシート45に対するレーザビーム照射位置を適宜変化させ、セラミックグリーンシート45上をスキャンすることができる。

【0035】セラミックグリーンシート45は、樹脂製キャリアフィルム46で一面を支持されている。このセラミックグリーンシート45は、セラミック粉末を結合剤等と共に混練してスラリー状にしたものを、ドクターブレード法等により帯状のキャリアフィルム46の上面に所定の厚みで塗布して形成される。この帯状のセラミックグリーンシート45は、シート搬送ローラ37a、37bによって搬送され、固定テーブル36上に送り込

* 【0030】表1は、レーザビーム穴形成装置1を使用してセラミックグリーンシート10にビアホール用穴10aを形成した場合の評価結果を示すものである。表1中、加工精度は、穴径が $100\mu\text{m}$ のビアホール用穴を明けたときの位置精度である。比較のため、従来のレーザによる穴明け方法の評価結果も併せて記載している。
 【0031】
 【表1】

まれる。なお、キャリアフィルム46はセラミックグリーンシート45の積層の工程で剥離されるものである。

【0036】セラミックグリーンシート45の上面には、マスク50が載置される。このマスク50は、前記第1実施形態のマスク15と同様に、1ショット分のレーザビーム照射領域Sを縦横にマトリクス状に配置しており、各照射領域Sはセラミックグリーンシート45に形成しようとするビアホール用穴の径と等しい径の円形のビアホール用透光部を複数個設けている。マスク50のサイズは、ガルバノミラー35のスキャン領域と略等しいサイズに設定するが好ましい。

【0037】このレーザビーム穴形成装置31において、レーザ光源32から放射されたレーザビームLは集光レンズ33によって集光され、反射ミラー34を介してガルバノミラー35に導かれる。ガルバノミラー35で反射されたレーザビームLは、マスク50の照射領域Sと略等しい照射エリアを有したビームスポットLbでマスク50を照射することができる。そして、マスク50の透光部50aを通過したレーザビームLが、レーザ波長帯での吸収率の高いセラミックグリーンシート45に効率良く吸収される。この照射により、セラミックグリーンシート45の照射部分が溶融、気化して所望のビアホール用穴が形成される。

【0038】次に、このレーザビーム穴形成装置31を用いたセラミックグリーンシート45の加工方法について説明する。帯状のキャリアフィルム46付きセラミックグリーンシート45を、シート搬送ローラ37a、37bを利用して固定テーブル36上に送り込んだ後、一担シート搬送ローラ37a、37bの回転を停止する。固定テーブル36上に載置されたセラミックグリーンシート45上に、吸着ヘッド等を利用してマスク50を載置する。

【0039】マスク50の辺又は角を検出し、ガルバノ

ミラー35を適宜動かして作業開始位置を決定する反射角度の初期設定を行なう。初期設定後、ガルバノミラー35で反射されたレーザービームの照射位置が所定方向に変化するように、ガルバノミラー35の反射角度を一定速度で変位させ、変位量が最初の穴形成位置に達したところでマスク50に向かってパルス状のレーザービームLを1ショットだけ照射する。

【0040】マスク50に設けられた複数の照射領域Sのうちの一つの照射領域Sの透光部を通過したレーザービームLは、セラミックグリーンシート45にピアホール用穴を形成する。このとき、マスク50とセラミックグリーンシート45が接しているため、マスク50の透光部の形状と等しい形状のピアホール用穴がセラミックグリーンシート45に形成される。こうして、特殊レンズ等の高価な設備を用いることなく真円度の良いピアホール用穴を複数個同時形成することができる。以後、所定の変位量毎にレーザービームLを1ショット毎に断続的に照射してセラミックグリーンシート45に所定数のピアホール用穴を形成する。

【0041】レーザービームLのパルス幅は μ 秒又はm秒のオーダーであるため、1ショットのレーザービームによるピアホール用穴の形成は瞬時で完了するため、穴形成毎にガルバノミラー35を必ずしも停止させる必要はなく、ガルバノミラー35の反射角度を連続的に変化させながら、ピアホール用穴を順次形成することができる。

【0042】セラミックグリーンシート45に所定数のピアホール用穴を形成した後は、マスク50を吸着ヘッド等を利用してセラミックグリーンシート45上から外す。次に、シート搬送ローラ37a、37bを回転駆動させ、セラミックグリーンシート45を図中矢印C方向に所定の距離だけ搬送した後、再びローラ37a、37bの回転を停止させ、固定テーブル36上にセラミックグリーンシート45の次のピアホール用穴形成部分を送り込む。こうして、セラミックグリーンシート45はロール状のままで、ピアホール用穴形成を連続して行なうことができる。以上のように、ガルバノミラーの反射角度を所定方向に変化させながらレーザービーム照射を繰り返すことにより、広面積のレーザービーム照射可能エリアが確保され、セラミックグリーンシートの移動が必要最小限に抑えられる。

【0043】〔第3実施形態、図5〕第3実施形態のレーザービーム穴形成装置は、前記第1実施形態において説明したXYテーブルと第2実施形態において説明したガルバノミラーを組み合わせたものである。すなわち、図5に示すように、レーザービーム穴形成装置61は、概略、レーザー光源32、集光レンズ33、反射ミラー34、ガルバノミラー35、XYテーブル4、レーザー光源駆動回路40、制御回路62、ガルバノミラー駆動回路42及びXYテーブル駆動回路7で構成されている。

【0044】制御回路62は、加工制御用プログラムを

内蔵したマイクロコンピュータにて構成されている。この制御回路62は、レーザー光源駆動回路40を介してレーザー光源32を制御し、XYテーブル駆動回路7を介してXYテーブル4を制御し、かつ、ガルバノミラー駆動回路42を介してガルバノミラー35を制御する。レーザー光源32とXYテーブル4とガルバノミラー35は、制御回路62によって同期して駆動される。

【0045】このレーザービーム穴形成装置61を用いたセラミックグリーンシート10の加工方法について説明する。キャリアフィルム12付きセラミックグリーンシート10を、吸着ヘッド等を利用してセラミックグリーンシート10を上に向けてXYテーブル4に載置する。このとき、XYテーブル4のXY軸とセラミックグリーンシート10の2辺が略平行になるようにする。さらに、吸着ヘッド等を利用してXYテーブル4のXY軸とマスク15の2辺が略平行になるように、マスク15をセラミックグリーンシート10上に載置する。

【0046】次に、XYテーブル4を適宜移動させて作業開始位置を決定する初期設定を行う。この位置決めはマスク15の辺又は角を検出し、マスク15の所定部分がガルバノミラー35のスキャン領域に位置するようにXYテーブル4を移動させることによって行う。次に、マスク15の辺又は角を検出し、ガルバノミラー35を適宜動かして作業開始位置を決定する反射角度の初期設定を行う。

【0047】以上の初期設定の後、制御回路62によってガルバノミラー35とXYテーブル4の両方を同期して駆動させる。ガルバノミラー35で反射されたレーザービームLの照射位置が所定方向に変化するようにガルバノミラー35の反射角度を一定速度で変位させると共に、マスク15が所定方向に移動するようにXYテーブル4を所定速度で移動させる。ガルバノミラー35の変位量及びXYテーブル4の移動量が、最初の穴形成位置に達したところで、マスク15に向かってパルス状のレーザービームLを1ショットだけ照射する。

【0048】マスク15に設けられた複数の照射領域のうち、一つの照射領域Sの透光部を通過したレーザービームLは、セラミックグリーンシート10にピアホール用穴を形成する。このとき、マスク15とセラミックグリーンシート10が接しているため、マスク15の透光部の形状と等しい形状のピアホール用穴がセラミックグリーンシート10に高精度に形成される。こうして、真円度の高いピアホール用穴を複数個同時に形成することができる。

【0049】以上のように、ガルバノミラー35とXYテーブル4を同期して駆動させてレーザービームLを照射させることで、ピアホールが用穴の穴明け加工速度をさらに向上させることができる。

【0050】〔他の実施形態〕なお、本発明に係るセラミックグリーンシートの加工方法及びレーザー加工装置は

前記実施形態に限定するものではなく、その要旨の範囲内で種々に変更することができる。

【0051】レーザビームのスポット形状は、ピアホール用穴や位置決め穴を形成し得るエネルギー密度を有する範囲で任意の形状に設定してもよい。例えば、セラミックグリーンシートに多数個のピアホール用穴を1列又は2列に形成したい場合には、図6及び図7に示すように、レーザ光源から放射されたレーザビームを矩形のスリットを設けたアパーチャを通過させることによって整形し、マスク15上を矩形のビームスポット1bで照射するようにしてもよい。このようにレーザビームのスポット形状を矩形に変形させることで、グリーンシートに連続的に照射する場合、照射領域が重なることがないため、より効率よく、ピアホール用穴を形成することができる。これに対し、従来の円形状のビームスポットでは、隣り合う円弧状の照射領域が重なる。

【0052】マスクに設けるピアホール用透光部や位置合わせ穴用透光部の数又は形状は任意であり、例えば円形や十字形の他に、矩形、三角形、楕円、異形等であってもよい。さらに、前記実施形態のマスク15は、照射領域Sを複数個備えたものであるが、必ずしもこれに限定されるものではなく、照射領域Sを一つしか備えないものであってもよい。この場合は、予めマスクをセラミックグリーンシート（又はキャリアフィルム）上に載置せず、セラミックグリーンシートを移動させて穴形成位置に達する毎に、セラミックグリーンシートの移動を一担停止した後、マスクをセラミックグリーンシート（又はキャリアフィルム）上に載置し、穴形成後はマスクを外すという操作を繰り返すことになる。あるいは、固定テーブルとマスクとの間に隙間を設けて固定し、その隙間にセラミックグリーンシートを挿通させて移動してもよい。

【0053】さらに、レーザ光源から放射される1本のレーザビームを複数本のレーザビームに分岐させ、複数のビームスポットでマスクの透過部を照射してもよい。これにより、さらに穴明けのスピードをアップさせることができる。

【0054】

【発明の効果】以上の説明で明らかなように、本発明によれば、セラミックグリーンシート上に所定のピアホール用透光部を設けたマスクを載置したので、マスクに設けられたピアホール用透光部の形状と略等しい形状のピアホール用穴がセラミックグリーンシートに形成され、マスク周辺部に設けられたピアホール用透光部を通過したレーザビームであっても、所望の形状のピアホール用穴を複数個同時に精度良く形成することができる。そして、マスクに設けた透光部の形状と同じ形状の穴がセラミックグリーンシートに形成することができるので、従来のレーザ加工方法では困難であった異形状の穴も形成することができる。さらに、同時多穴加工において、高

価な費用を要する光学系を必要とせず、また、マスクの加工精度がセラミックグリーンシートの穴明け加工精度となるため、テーブルの位置決め精度は比較的低くてもよいので設備費用を抑えることができる。

【0055】また、移動中のセラミックグリーンシートにレーザビームを照射させることにより、連続してセラミックグリーンシートにピアホール用穴を形成することができ、より量産に適した方法が得られる。さらに、パルス状のレーザビームを使用することによって、被加工物であるセラミックグリーンシートの穴明け加工時の温度上昇を抑えることができる。

【0056】また、レーザ光源から放射されたレーザビームをガルバノミラーで反射させてマスクに照射させることにより、広面積のレーザビーム照射可能エリアが確保される。この結果、セラミックグリーンシートの移動を必要最小限に抑えることができ、加工効率の向上と時間短縮を図ることができる。また、このとき、セラミックグリーンシートを設置したテーブルも同期して移動させることにより、さらに、大幅な時間短縮を図ることができる。

【0057】また、ピアホール用穴と位置合わせ穴を同一工程で形成することにより、位置合わせ穴とピアホール用穴間の相対的位置精度が高くなり、後工程の導体パターン形成や積層の精度を向上させることができる。また、位置合わせ穴を別工程で形成する必要がなくなり、製造期間の短縮を図ることができる。

【0058】また、マスクの材料としてレーザビームの反射率が高い材料を使用し、レーザ光源としてCO₂レーザを使用し、セラミックグリーンシートとして樹脂製キャリアフィルムで一面を支持されたキャリアフィルム付きセラミックグリーンシートを使用することにより、マスクに照射されたレーザビームのうち不必要な部分は完全にマスクによって遮断されると共に、ピアホール用及び位置合わせ穴用透光部を通過したレーザビームのエネルギーが効率良くセラミックグリーンシートに吸収され、より高精度に所望の形状のピアホール用穴及び位置合わせ穴を形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るレーザ加工装置の第1実施形態を示す概略構成図。

【図2】図1に示したマスクを示す平面図。

【図3】レーザビームによるピアホール用穴形成を示す断面図。

【図4】本発明に係るレーザ加工装置の第2実施形態を示す概略構成図。

【図5】本発明に係るレーザ加工装置の第3実施形態を示す概略構成図。

【図6】レーザビームのビームスポットの変形例を示す平面図。

【図7】レーザビームのビームスポットの別の変形例を示す平面図。

示す平面図。

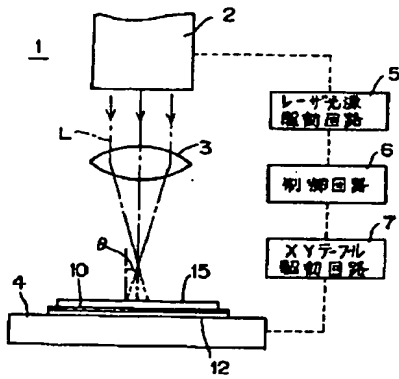
【図8】従来のレーザ加工装置の概略構成図。

【図9】従来のレーザ加工装置によって形成されたピアホール用穴の平面図。

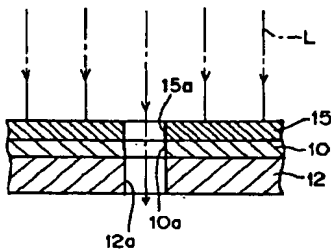
【符号の説明】

- 1…レーザビーム穴形成装置
- 2…レーザ光源
- 3…集光レンズ
- 4…XYテーブル
- 5…レーザ光源駆動回路
- 6…制御回路
- 7…XYテーブル駆動回路
- 10…セラミックグリーンシート
- 10a…ピアホール用穴
- 12…キャリアフィルム
- 15…マスク

【図1】



【図3】



* 15a…ピアホール用透光部

15b…位置合わせ穴用透光部

31…レーザビーム穴形成装置

32…レーザ光源

33…集光レンズ

35…ガルバノミラー

36…固定テーブル

37a, 37b…シート搬送ローラ

40…レーザ光源駆動回路

41…制御回路

42…ガルバノミラー駆動回路

45…セラミックグリーンシート

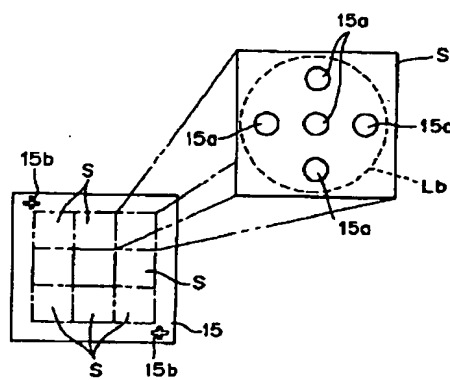
46…キャリアフィルム

50…マスク

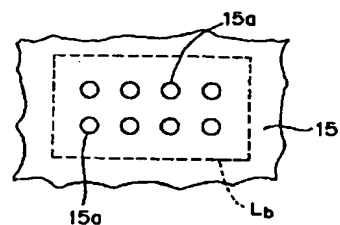
62…制御回路

* L…レーザビーム

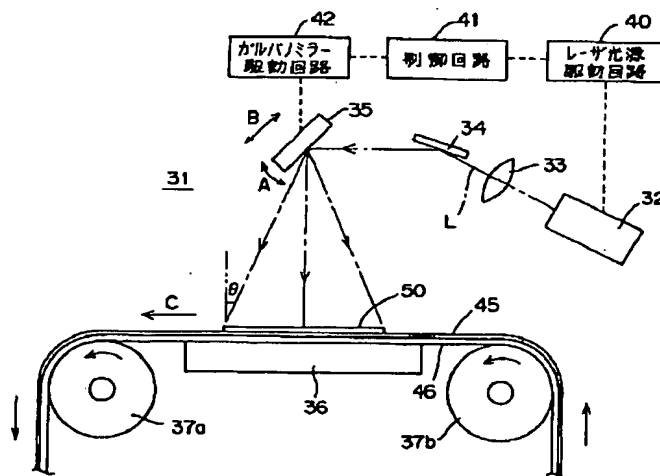
【図2】



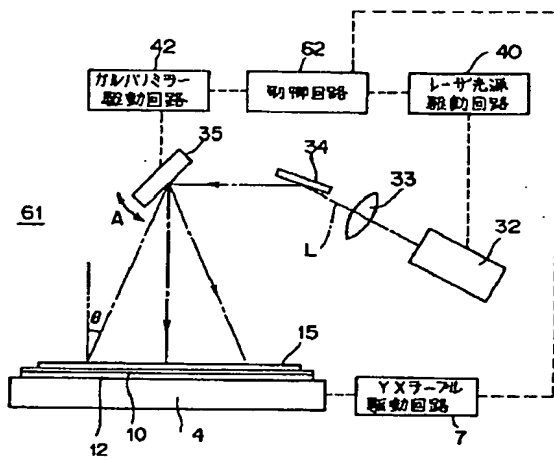
【図7】



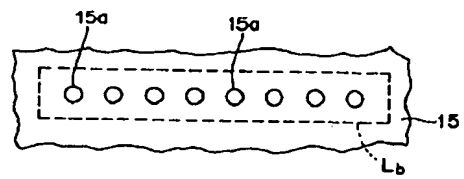
【図4】



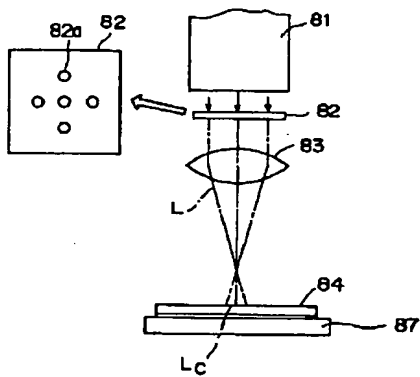
【図5】



【図6】



【図8】



【図9】

